

Method for processing output or base signals from a device for determining a distance of an object

Patent number: DE10100596
Publication date: 2002-07-11
Inventor: ZIMMERMANN UWE [DE]; PRUKSCH ACHIM [DE]; UHLER WERNER [DE]
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT [DE]
Classification:
- **International:** G01S13/08; G01S13/93
- **european:** G01S7/292B1
Application number: DE20011000596 20010109
Priority number(s): DE20011000596 20010109

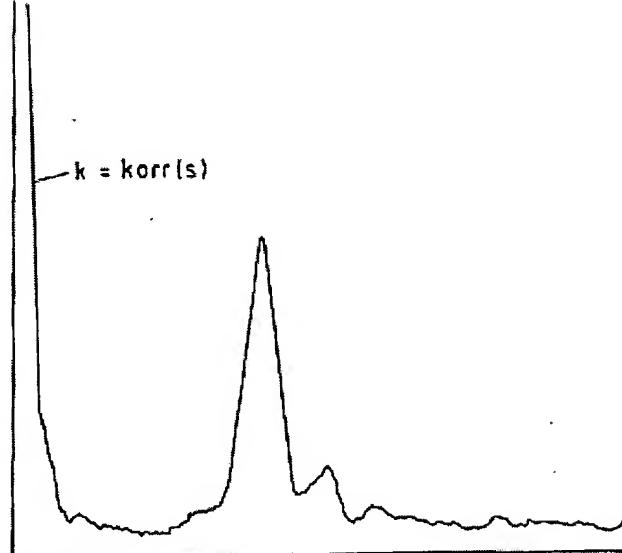
Also published as:

WO02056051 (A1)
EP1352261 (A1)
US2004090362 (A1)

It is also attached.

Abstract of DE10100596

The invention relates to a method for processing output or base signals (S), particularly intermediate frequency output or base signals from at least one device, particularly at least one radar device for determining a distance (d), particularly a small distance of approximately 0.7 meters, of an object through which distance information relating to the at least one object can be obtained from the raw, i.e. output or base signals, said object being located in the detection or sensing range of the device. The inventive method comprises the following steps: a) adaptive determination of the background signal (S0) by locally located filters of the output or base signals (S) by means of at least one locally located filter having a definite width (B); b) correction of the background signal of the output or base signals (S); b.1) by subtracting the determined background signal (S0) from the output or base signal (S) and b.2) forming a signal, particularly, for example ($s = \text{abs}(S - S0)$) corresponding to the difference (S-S0) on the basis of the output or base signal (S) and the background signal (S0); c) lowpass filtering, particularly temporal lowpass filters, of the total signal (s); d) forming a correlation signal ($k = \text{korr}(s)$) by correlating, particularly folds of the lowpass filtered total signal (s) with at least one reference maximum that has a half-value breadth; and determining the at least one object maximum (M) by means of at least one locally variable adaptive threshold value (t) which can be determined from the correlation signal (k).



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



DEUTSCHES

PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Offenlegungsschrift**
(10) DE 101 00 596 A 1

DE 101 00 596 A 1

(21) Aktenzeichen: 101 00 596.2
(22) Anmeldetag: 9. 1. 2001
(23) Offenlegungstag: 11. 7. 2002

(71) Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:

Zimmermann, Uwe, Dr., 71636 Ludwigsburg, DE;
Pruksch, Achim, 74861 Neudenau, DE; Uhler,
Werner, Dr., 76646 Bruchsal, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Verfahren zum Verarbeiten von Ausgangs- oder Basissignalen einer Einrichtung zum Bestimmen eines Abstands eines Gegenstands

(57) Um ein Verfahren zum Verarbeiten von Ausgangs- oder Basissignalen (S), insbesondere von Zwischenfrequenz-Ausgangs- oder Basissignalen, mindestens einer Einrichtung, insbesondere mindestens einer Radareinrichtung, zum Bestimmen eines Abstands (d), insbesondere eines geringen Abstands in der Größenordnung von etwa null Meter bis etwa sieben Meter, eines Gegenstands zu schaffen, durch das aus den Rohsignalen, das heißt aus den Ausgangs- oder Basissignalen, Abstandsinformationen in bezug auf mindestens einen Gegenstand erhaltbar sind, der sich im Detektions- oder Senserbereich der Einrichtung befindet, werden die folgenden Schritte vorgeschlagen:

(a) adaptives Ermitteln des Untergrundsignals (S_0) durch ortslokales Filtern des Ausgangs- oder Basissignals (S) mittels mindestens eines ortslokalen Filters einer bestimmten Breite (B);

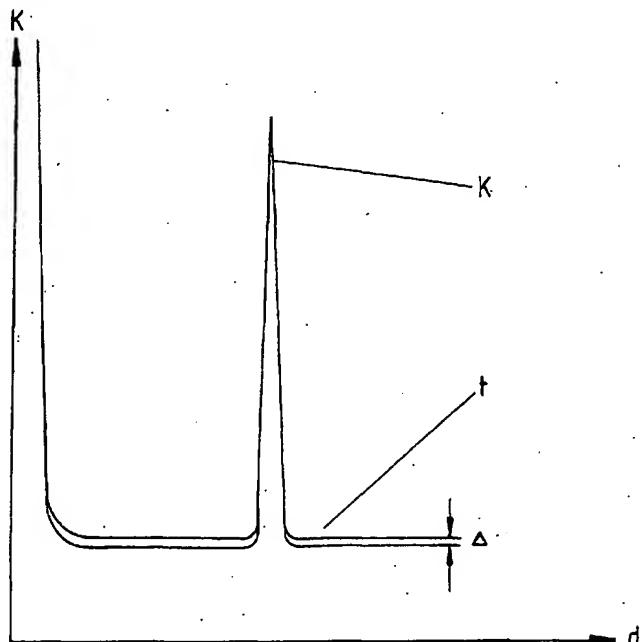
(b) Korrigieren des Untergrunds des Ausgangs- oder Basissignals (S)

(b.1) durch Subtrahieren des ermittelten Untergrundsignals (S_0) vom Ausgangs- oder Basissignal (S) und
(b.2) durch Bilden eines Signals, insbesondere z. B. ($s = \text{abs}(S - S_0)$) der Differenz ($S - S_0$) aus Ausgangs- oder Basissignal (S) und Untergrundsignal (S_0);

(c) Tiefpaßfiltern, insbesondere zeitliches Tiefpaßfiltern, des Betragssignals (s);

(d) Bilden eines Korrelationssignals ($k = \text{korr}(s)$) durch Korrelieren, insbesondere Falten, des tiefpaßgefilterten Betragssignals (s) mit mindestens einem eine Halbwertsbreite aufweisenden Referenzmaximum und

(e) ...



DE 101 00 596 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verarbeiten von Ausgangs- oder Basissignalen, insbesondere von Zwischenfrequenz-Ausgangs- oder Basissignalen, mindestens einer Einrichtung, insbesondere mindestens einer Radareinrichtung, zum Bestimmen eines Abstands, insbesondere eines geringen Abstands in der Größenordnung des Nahbereiches eines Fahrzeugs eines Gegenstands.

Stand der Technik

[0002] Bei sogenannten SRR-Systemen (SRR = short range radar), das heißt bei Radareinrichtungen zum Bestimmen eines insbesondere geringen Abstands sind verschiedene Verfahren der Verarbeitung und Auswertung von Ausgangs- oder Basissignalen bekannt. So basiert ein Verfahren beispielsweise auf einem Schwellwertalgorithmus unter Berücksichtigung eines als konstant angenommenen Untergrundsignals und unter Berücksichtigung von abstandsabhängigen, festen Schwellwerten.

[0003] Nun kann es jedoch bei Vorhandensein von mittels SRR-Systemen zu detektierenden oder zu sensierenden Gegenständen, die sich mit hoher Relativgeschwindigkeit bewegen, zu einem Überschreiten der Schwellwerte an Positionen kommen, an denen sich keine Gegenstände befinden.

[0004] Derartige unter dem Begriff des parasitären Dopplereffekts subsumierbaren Erscheinungen führen zu unerwünschten Fehlfunktionen und/oder Fehlinformationen. Des Weiteren können Fehlfunktionen und/oder Fehlinformationen auch durch intrinsische Phänomene, wie etwa Alterungseffekte oder Temperatureinflüsse, hervorgerufen werden.

Darstellung der Erfindung: Aufgabe, Lösung, Vorteile

[0005] Ausgehend von den vorgenannten Nachteilen und Unzulänglichkeiten liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, durch das aus den Rohsignalen, das heißt aus den Ausgangs- oder Basissignalen mindestens einer Einrichtung, insbesondere mindestens einer Radareinrichtung, Abstandsinformationen in Bezug auf mindestens einen Gegenstand erhaltbar sind, der sich im Detektions- oder Senserbereich der Einrichtung befindet.

[0006] In diesem Zusammenhang wird durch die vorliegende Erfindung angestrebt, die Verarbeitung der Ausgangs- oder Basissignale so auszulegen, daß der Einfluß von Veränderungen in den Ausgangs- oder Basissignalen auf die bezüglich der Maximums- oder Peaklagen auszuwertenden Signalamplituden minimiert wird.

[0007] Mithin zielt die vorliegende Erfindung auch auf ein Verfahren ab, mit dem die Detektionssicherheit unter sämtlichen Bedingungen erhöht werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird gemäß der Lehre der vorliegenden Erfindung durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmäßige Weiterbildungen des vorliegenden Verfahrens sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0009] Mit den Maßnahmen gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein robustes, sowohl von extrinsischen Effekten (beispielsweise parasitärer Dopplereffekt bei Vorhandensein von Gegenständen mit hoher Relativgeschwindigkeit) als auch von intrinsischen Effekten (beispielsweise Alterungsphänomene oder Temperatureinflüsse) weitgehend unabhängiges Verfahren zum Verarbeiten von Ausgangs- oder Basissignalen einer Einrichtung zum Bestimmen eines

Abstands eines Gegenstands bereitgestellt.

[0010] In diesem Zusammenhang wird der Fachmann auf dem Gebiet der Signalverarbeitung insbesondere zu schätzen wissen, daß aufwendige Modifikationen oder Veränderungen der Systemkomponenten im Hochfrequenzteil zum Unterdrücken des parasitären Dopplereffekts oder zum Erhöhen der Detektionssicherheit bei nahezu sämtlichen Anwendungen und Einsatzgebieten, wie etwa bei Einparkhilfen oder bei "Precrash"-Detektionssystemen, entfallen können.

[0011] Die vorliegende Erfindung betrifft schließlich eine Einrichtung, insbesondere Radareinrichtung, zum Bestimmen eines Abstands, insbesondere eines geringen Abstands in der Größenordnung des Nahbereiches eines Fahrzeugs eines Gegenstands, arbeitend gemäß dem vorstehend dargelegten Verfahren.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

20 [0012] Weitere Ausgestaltungen, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nachstehend anhand des durch die Fig. 1 bis 6 veranschaulichten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0013] Es zeigt:

25 [0014] Fig. 1 ein Diagramm, in dem der typische Verlauf eines Zwischenfrequenz-Ausgangs- oder Basissignals am Mischerausgang einer Mikrowellen-Detektoreinrichtung über dem Abstand vom Gegenstand aufgetragen ist;

[0015] Fig. 2 ein Diagramm, in dem der typische Verlauf eines Zwischenfrequenz-Ausgangs- oder Basissignals am Mischerausgang einer Radareinrichtung bei strukturiertem Untergrundsignal über dem Abstand vom Gegenstand aufgetragen ist;

30 [0016] Fig. 3 ein Diagramm, in dem der Verlauf des Zwischenfrequenz-Ausgangs- oder Basissignals gemäß Figur. 1 oder 2 nach Digital-Analog-Wandlung aufgetragen ist;

[0017] Fig. 4 ein Diagramm, in dem der Verlauf des Betragssignals der Differenz aus Ausgangs- oder Basissignal und Untergrundsignal über dem Abstand vom Gegenstand aufgetragen ist;

35 [0018] Fig. 5 ein Diagramm, in dem der Verlauf des durch Korrieren, insbesondere Multiplizieren, des tiefpaßgefilterten Betragssignals gemäß Fig. 4 mit einem eine Halbwertsbreite aufweisenden Referenzmaximum gebildeten Korrelationssignals über dem Abstand vom Gegenstand aufgetragen ist; und

[0019] Fig. 6 ein Diagramm, in dem der Verlauf des mittels eines aus dem Korrelationssignal gemäß Fig. 5 bestimmten ortsvARIABLEN adaptiven Schwellwertes ermittelten Signals mit Maximum über dem Abstand vom Gegenstand aufgetragen ist.

40 [0020] Gleiche oder ähnliche Ausgestaltungen, Elemente oder Merkmale sind in den Fig. 1 bis 6 mit identischen Bezugszeichen versehen.

55

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

[0021] Anhand der Fig. 1 bis 6 wird ein Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Verarbeiten von Zwischenfrequenz-Ausgangs- oder Basissignalen S, die auch als Zwischenfrequenz-Rohsignale bezeichnet werden können, mittels einer Mikrowellen-Detektoreinrichtung (vgl. Fig. 1) bzw. mittels einer Radareinrichtung bei strukturiertem Untergrundsignal S₀ (vgl. Fig. 2) veranschaulicht.

60 [0022] Mit diesem Verfahren kann der Abstand d eines Gegenstands, beispielsweise – beim Einparken eines Kraftfahrzeugs – der Abstand des Randsteins oder der Stoßstange des vorderen bzw. nachfolgenden abgestellten Kraftfahr-

zeugs, bestimmt werden. In diesem Zusammenhang sind mit dem Verfahren gemäß der folgenden Erfindung insbesondere geringe Abstände in der Größenordnung des Nahbereiches eines Fahrzeuges, beispielsweise von etwa null Meter bis etwa dreißig Meter ermittelbar.

[0023] Die Fig. 1 und 2 zeigen hierbei typische Eigenarten von Zwischenfrequenz-Ausgangs- oder Basissignalen S (= Rohsignalen).

[0024] Diese Rohsignale liegen in einem im Niedervoltbereich, insbesondere in einem Ausgangsspannungsbereich von etwa null Volt bis etwa fünf Volt, wobei der Mittelwert bei etwa 2,5 Volt liegen sollte. Die Untergrundsignale S_0 , das heißt die Signale in Abwesenheit von Gegenständen weisen in Abhängigkeit von der Art der Sensoreinrichtung (Sampling-Phase-Detektoreinrichtung in Fig. 1; Radareinrichtung in Fig. 2) einen unterschiedlichen Mittelwert sowie eine mehr oder minder stark ausgeprägte Strukturierung auf.

[0025] Das SRR-System (SRR = short range radar) arbeitet in diesem Zusammenhang als Sampling-Phase-Detektoreinrichtung (→ phasenabhängige Pulsradareinrichtung), das heißt es ergeben sich bei der Zwischenfrequenz in Abhängigkeit vom Abstand zum zu detektierenden Gegenstand Auslöschen der Abstandsmaxima (vgl. Fig. 1); positive und negative Maxima folgen hierbei jeweils in Abständen einer viertel Wellenlänge ($\lambda/4$), das heißt in Abständen von etwa drei Millimeter bei einer Trägerfrequenz von insbesondere etwa 24 Gigahertz, auf Auslöschen.

[0026] Dem Zwischenfrequenz-Ausgangs- oder Basissignal S (= Rohsignal) können durch extrinsische Erscheinungen, wie etwa den parasitären Dopplereffekt (vgl. Fig. 2), und/oder durch intrinsische Phänomene, wie etwa Alterungseffekte oder Temperatureinflüsse, bedingte Anteile überlagert sein, die dazu führen, daß das Untergrundsignal S_0 sehr stark strukturiert sein kann.

[0027] Beim Verfahren gemäß dem Ausführungsbeispiel werden die digitalisierten Spannungswerte des Zwischenfrequenz-Ausgangs- oder Basissignals S der Sampling-Phase-Detektoreinrichtung (vgl. Fig. 1: das durch den Pfeil markierte Gegenstandsmaximum M zeigt aufgrund der Sampling-Phase-Detektoreinrichtung bei "1" ein "Durchschwingverhalten"; bei "2" ist der Gegenstand um eine halbe Wellenlänge ($\lambda/2$) gegenüber "1" verschoben; vgl. Fig. 2: das durch den einzelnen Pfeil markierte Gegenstandsmaximum M liegt auf durch den parasitären Dopplereffekt bedingtem strukturiertem Untergrund; durch den doppelten Pfeil sind feste, abstandsabhängige Schwellwerte markiert) zunächst einer Digital-Analog-Wandlung unterzogen, bevor das Untergrundsignal S_0 durch ortslokales Filtern des Ausgangs- oder Basissignals S mittels eines ortslokalen Medianfilters einer bestimmten Breite B adaptiv ermittelt wird.

[0028] Hierzu werden zu einem bestimmten Zeitpunkt mehrere, beispielsweise elf Spannungswerte des Ausgangs- oder Basissignals S über das Spektrum gemessen, sortiert und der Median (als Wert in der Mitte des Fensters) ausgewählt, wobei die Breite B des ortslokalen Medianfilters an die Maximumsbreite im Ausgangs- oder Basissignal S für den Gegenstand angepaßt wird (vgl. Fig. 3). Durch diese Median- oder Mittelwertbildung wird das Gegenstandsmaximum M herausgearbeitet (vgl. Fig. 3), "störende" Maxima eliminiert.

[0029] Im Anschluß daran erfolgt ein Korrigieren des Untergrunds des Ausgangs- oder Basissignals S. Hierzu wird das mittels des ortslokalen Filterns ermittelte Untergrundsignal S_0 vom Ausgangs- oder Basissignal S subtrahiert und das Betragssignal $s = \text{abs}(S - S_0)$ der Differenz $S - S_0$ aus Ausgangs- oder Basissignal S und Untergrundsignal S_0 gebildet. Diese Betragsbildung trägt dem Umstand Rechnung,

dass die Signalamplitude aufgrund der Eigenschaften der Sampling-Phase-Detektoreinrichtung um den Mittelwert schwanken kann, und damit demzufolge den Vorteil, daß das Korrigieren auch bei variablen Untergrundsignalen S_0 in zuverlässiger Manier erfolgt (bei "festem" konstantem Untergrund könnte auch in pauschaler Weise eine Differenz gebildet werden).

[0030] Um nun mit dem vorliegenden Verfahren die Detektionssicherheit unter sämtlichen Bedingungen zu erhöhen, ist nach der Korrektur des Untergrunds ein zeitliches Tiefpaßfiltern des aufbereiteten Betragssignals s vorgesehen. Hierzu werden die positiven Anteile und die negativen Anteile im aufbereiteten Betragssignal s über mehrere Meßzyklen aufsummiert, wobei das zeitliche Tiefpaßfiltern mittels eines gleitenden Mittelwertfilters mit bestimmter Zeitkonstante erfolgt.

[0031] Im Anschluß daran wird zur Peakverstärkung, das heißt zum Verstärken des Maximums gemäß den Fig. 4 und 5 ein Korrelationssignal k = korrs durch Korrelieren, das heißt im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels durch Falten des tiefpaßgefilterten Betragssignals s mit einem eine Halbwertsbreite aufweisenden Referenzmaximum ermittelt.

[0032] Bei der sich daran anschließenden Peakdetektion, das heißt bei der Ermittlung der Peaklagen wird das Gegenstandsmaximum M mittels eines aus dem Korrelationssignal k (vgl. Fig. 6) bestimmbaren ortsvariablen adaptiven Schwellwertes t (vgl. Fig. 6) bestimmt, wobei der ortsvariable adaptive Schwellwert t mit einem abstandsabhängigen Offsetwert Δ (vgl. Fig. 6) beaufschlagt wird.

[0033] Um nun den konkreten Abstand des Gegenstands zu erhalten, wird die Peaklage, das heißt die Position des Gegenstandsmaximums M mittels einer durch Kalibrieren bestimmten Kennlinie zu einem bestimmten Abstand d des Gegenstands zugeordnet. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß der Zusammenhang zwischen dem Signalpeak und dem Abstand des Gegenstands bzw. nachstehend noch kurz zu erläuternden Auflösungszellen nicht linear ist, wodurch die Ermittlung der Kalibrationskennlinie erforderlich wird.

[0034] Dies vollzieht sich mittels sogenannter Auflösungszellen, das heißt der Bereich des Bestimmens des Abstands d des Gegenstands wird in eine bestimmte Anzahl von Zellen, beispielsweise in $2^8 = 256$ Zellen (acht Bit), unterteilt, wodurch sich beim Ausführungsbeispiel des vorliegenden Verfahrens Referenzmessungen in 256 Stufen anbieten; demzufolge wird praktisch festgestellt, in welcher der 256 Auflösungszellen sich der Gegenstand befindet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verarbeiten von Ausgangs- oder Basissignalen (S), insbesondere von Zwischenfrequenz-Ausgangs- oder Basissignalen, mindestens einer Einrichtung, insbesondere mindestens einer Radareinrichtung, zum Bestimmen eines Abstands (d), insbesondere eines geringen Abstands in der Größenordnung des Nahbereiches eines Fahrzeuges, eines Gegenstands, aufweisend die folgenden Schritte:

- (a) adaptives Ermitteln des Untergrundsignals (S_0) durch ortslokales Filtern des Ausgangs- oder Basissignals (S) mittels mindestens eines ortslokalen Filters einer bestimmten Breite (B);
- (b) Korrigieren des Untergrunds des Ausgangs- oder Basissignals (S)

- (b.1) durch Subtrahieren des ermittelten Untergrundsignals (S_0) vom Ausgangs- oder Basissignal (S) und
- (b.2) durch Bilden eines Signals, insbesondere z. B. des Betragssignals ($s = \text{abs}(S - S_0)$)

- S_0) der Differenz ($S - S_0$) aus Ausgangs- oder Basis- \bullet (S) und Untergrundsignal (S_0);
- (c) Tiefpaßfiltern, insbesondere zeitliches Tiefpaßfiltern, des Betragssignals (s); 5
 - (d) Bilden eines Korrelationssignals ($k = \text{korr}(s)$) durch Korrelieren, insbesondere Falten, des Signals, insbesondere tiefpaßgefilterten Betragssignals (s) mit mindestens einem eine Halbwertsbreite aufweisenden Referenzmaximum; und 10
 - (e) Ermitteln des mindestens einen Gegenstandsmaximums (M) mittels mindestens eines aus dem Korrelationssignal (k) bestimmbaren ortsvariablen adaptiven Schwellwertes (t).
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangs- oder Basissignal (S) vor dem adaptiven Ermitteln des Untergrundsignals (S_0) digital-analog-gewandelt wird. 15
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das ortslokale Filtern des Ausgangs- oder Basissignals (S) zu einem bestimmten Zeitpunkt durch Messen, Sortieren und Auswählen des Mittelwertes aus mehreren, beispielsweise elf, Spannungswerten über das Spektrum erfolgt. 20
4. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangs- oder Basissignal (S) mittels mindestens eines Medianfilters ortslokal gefiltert wird. 25
5. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite (B) des ortslokalen Filters an die Breite des Gegenstandsmaximums (M) des Ausgangs- oder Basissignals (S) für den Gegenstand angepaßt wird. 30
6. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Betragssignal (s) durch Aufsummieren der Anteile im Betragssignal (s) über mindestens einen, insbesondere über mehrere Bestimmungszyklen tiefpaßgefiltert wird. 35
7. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Tiefpaßfiltern mittels mindestens eines insbesondere gleitenden Mittelwertfilters mit bestimmter Zeitkonstante erfolgt. 40
8. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der ortsvARIABLE adaptive Schwellwert (t) mit mindestens einem abstandsabhängigen Offsetwert (Δ) beaufschlagt wird. 45
9. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Gegenstandsmaximum (M) zu einem bestimmten Abstand (d) des Gegenstands mittels mindestens einer durch Kalibrieren bestimmten Kennlinie zugeordnet wird. 50
10. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Bereich des Bestimmen des Abstands (d) des Gegenstands in eine bestimmte Anzahl von Zellen, beispielsweise in $2^8 = 256$ Zellen (acht Bit), unterteilt wird. 55
11. Einrichtung, insbesondere Radareinrichtung, zum Bestimmen eines Abstands (d), insbesondere eines geringen Abstands in der Größenordnung des Nahbereiches eines Fahrzeuges, beispielsweise von etwa null Meter bis etwa dreißig Meter, eines Gegenstands, arbeitend gemäß dem Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10. 60

- Leerseite -

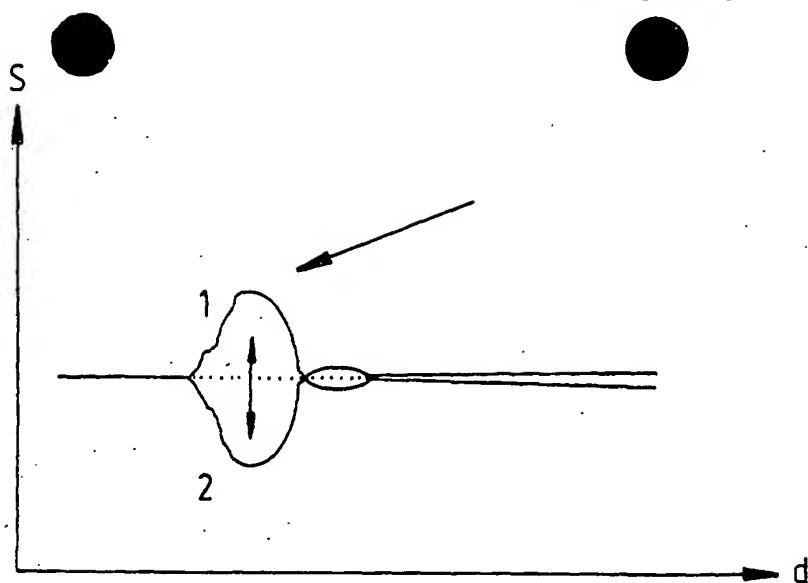


Fig. 1

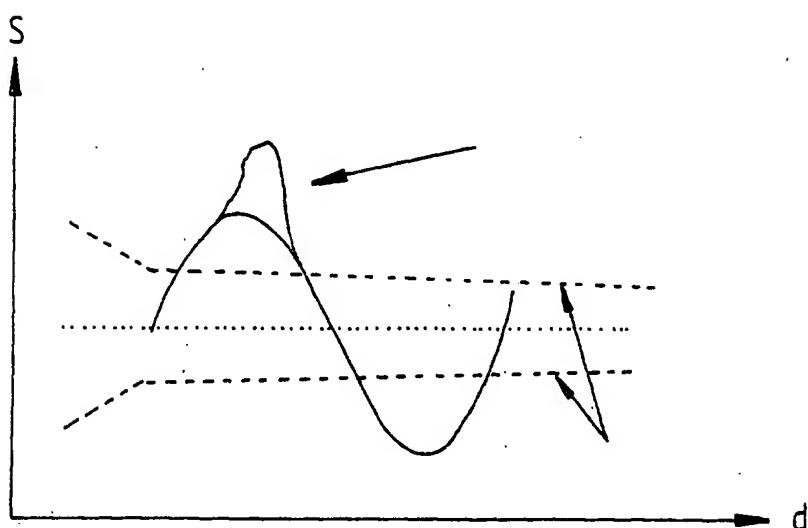


Fig. 2

